

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра Технічна кріофізика  
(назва кафедри, яка забезпечує викладання дисципліни)

**КОМПЛЕКС НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ДИСЦИПЛІНИ**

Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
( назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань 14 Електрична інженерія  
(шифр і назва)

спеціальність 142 Енергетичне машинобудування  
(шифр і назва)

освітня програма Енергетика  
(назви освітніх програм спеціальностей)

вид дисципліни профільна /вибіркова  
(загальна підготовка / професійна підготовка; обов'язкова/вибіркова)

форма навчання денна / заочна  
(денна / заочна/дистанційна)

Харків – 2021 рік

## АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назва показників	Характеристика
Повна назва дисципліни	Спеціальні низькотемпературні технології і системи
Викладацький склад	Руденко Н.З..
Спеціальність	Енергетичне машинобудування
Освітня програма	Енергетика
Кількість годин	10 семестр – 54;
Кредити ECTS	10 семестр – 4;
Опис	<p>В рамках курсу :вивчення низькотемпературних технологій і систем, пов'язаних з процесами фазових переходів.</p> <p>Мета вивчення дисципліни: придбання знань та навичок по улаштуванні та принципу дії різних типів криогенного обладнання, пов'язаних з процесами фазових переходів, та проектуванні такого обладнання.</p> <p>Результати навчання полягають у наступному: отримання практичних навичок розробки низькотемпературних систем, які базуються на фазових переходах.</p> <p>Методи навчання: навчання здійснюється у формі навчальних занять (лекції, лабораторні заняття, консультації), а також у формі самостійної роботи (опрацювання навчального матеріалу, виконання та захист індивідуального навчального розрахункового завдання).</p>
Тип дисципліни	Профільна/ вибіркова
Підсумковий контроль	Екзамен у 10 семестрі

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра Технічна кріофізика  
(назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри Технічна кріофізика  
(назва кафедри)

В.В.Стариков  
(підпис) (ініціали та прізвище)

«    »      20     року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Спеціальні низькотемпературні технології і системи

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань 14 Електрична інженерія  
(шифр і назва)

спеціальність 142 Енергетичне машинобудування  
(шифр і назва)

Освітня програма Енергетика  
(назви освітніх програм спеціальностей)

вид дисципліни профільна/вибіркова  
(загальна підготовка / професійна підготовка; обов'язкова/вибіркова)

форма навчання денна/заочна  
(денна / заочна)

Харків – 2021 рік

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

Спеціальні низькотемпературні технології і системи

(назва дисципліни)

Розробники:

ст.викладач, к.т.н

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

М.З.Руденко

(ініціали та прізвище)

\_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

Технічна кріофізика

(назва кафедри)

Протокол від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року № \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри ТКФ

(назва кафедри)

(підпис)

В.В.Стариков

(ініціали та прізвище)

## ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ПІБ Гаранта ОП	Підпис, дата

Голова групи забезпечення спеціальності \_\_\_\_\_

(ПІБ, підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри-розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Гарант освітньої програми

## МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета:** придбання знань та навичок по улаштуванні та принципу дії різних типів кріогенного обладнання, пов'язаних з процесами фазових переходів, та проектуванні такого обладнання.

**Компетентності:** ФКС6-1, ФКС6-2, ФКС6-3.  
(Вказується шифр компетентності з освітньої програми спеціальності або спеціалізації, яка забезпечується даною навчальною дисципліною)

**Результати навчання:** полягають у наступному:  
отримання практичних навичок розробки низькотемпературних систем, які базуються на фазових переходах.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Кріогенні системи скраплення та розділення газових сумішей	Перспективні конструкції, інноваційні проекти і програми в енергетичному машинобудуванні
Конструкційні особливості енергетичних установок	Кріобіологічні технології та обладнання
Теоретичні основи холодильної та кріогенної техніки	Тепломасообмін при заморожуванні та збережуванні харчових продуктів
Монтаж, експлуатація та сервіс холодильних установок	Енергозощаджуючі технології в енергетиці

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>10</b>	<b>120/4</b>	<b>48</b>	<b>72</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>Р</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>Е</b>

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 40 %):

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
1	Л	2	Тема 1. Технологія низькотемпературного очищення повітря від домішок методом виморажування.	
2	Л	2	Тема 2. Особливості виморажування вологи на криогенних поверхнях.	
3	Л	2	Тема 3 Традиційні технології виробництва «сухого» льоду.	
4	Л	2	Тема 4. Технологія виробництва «сухого» льоду методом виморажування із газових сумішів.	
5	Л	2	Тема 5.. Особливості адгезії твердого CO <sub>2</sub> до виморажувальної поверхні	
6	ЛЗ	4	Дослідження адгезії твердого CO <sub>2</sub> до виморажувальної поверхні	
7	Л	2	Тема 6. Особливості зміни теплофізичних параметрів шару виморожених домішок CO <sub>2</sub> та H <sub>2</sub> O в часі	
8	ЛЗ	4	Дослідження виморожування вологи на криогенних поверхнях	
9	Л	2	Тема 7.Кріогенні засоби очищення інертних газів від домішок	
10	ЛЗ	4	Дослідження очищення аргону від домішок методом виморажування	
12	Л	2	Тема 8. Технології отримання зріджених газів	
13	Л	2	Тема 9 Обладнання для перекачки зріджених газів	
14	Л	2	Тема 10. Сховища для зріджених газів. Особливості конструкції.	
15	Л	2	Тема 11 Газифікатори рідких кріопродуктів	
16	ЛЗ	2	Дослідження особливості газифікації азоту	
17	Л	2	Тема 12. Особливості кисневого устаткування	
18	Л	2	Тема 13 Кисневі компресори та насоси.	



19	Л	2	Тема 14 Низькотемпературні технології транспортування продуктів споживання.	
20	Л	2	Тема 15 Біологічні аспекти зберігання плодів та овочів в умовах модифікованого газового середовища.	
21	Л	2	Тема 16 Холодильні камери зберігання продуктів споживання.	
22	Л	2	Тема 17 Конструктивні особливості медичних «кріосаун».	
Разом (годин)		48		

### САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	24
2	Підготовка до практичних(лабораторних, семінарських) занять	16
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	14
4	Виконання індивідуального завдання:	12
5	Інші види самостійної роботи	4
	Разом	70

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

### Реферат

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
	<p>Завдання 1 Технологія низькотемпературного очищення повітря від домішок методом виморажування..</p> <p>Завдання 2. Особливості виморажування вологи на кріогенних поверхнях.</p> <p>Завдання 3. Технології виробництва «сухого» льоду.</p> <p>Завдання 4 Технологія виробництва «сухого» льоду методом виморажування із газових сумішів.</p> <p>Завдання 5 Особливості адгезії твердого CO<sub>2</sub> до виморажувальної поверхні..</p> <p>Завдання 6 Технології отримання зріджених газів.</p> <p>Завдання 7 Обладнання для перекачки зріджених газів.</p> <p>Завдання 8 Сховища для зріджених газів. Особливості конструкції</p> <p>Завдання 9 Особливості зварювання нержавіючої сталі та кольорових металів.</p> <p>Завдання 10 Особливості кисневого устаткування.</p>	10

## МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання з курсу «Спеціальні низькотемпературні технології і системи» здійснюється у формі навчальних занять (лекції, лабораторні заняття, консультації), а також у формі самостійної роботи (опрацювання навчального матеріалу, виконання та захист індивідуального завдання).

## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: опитування на лекційних заняттях, перевірка підготовки до лабораторного заняття шляхом розв'язання задач, перевірка домашніх завдань, перевірка ІДЗ (Р).

Модульний контроль: контрольна робота (теоретичні питання та розв'язання задач).

№ з/п	Назва модульної контрольної роботи та колоквиуму	Терміни проведення (на якому тижні)
1	Модульна контрольна робота № 1	5
2	Модульна контрольна робота № 2	10

Семестровий контроль: екзамен в усній формі за екзаменаційними білетами. Результати поточного контролю (сумарна оцінка за кожен модуль) за бажанням студента враховуються на екзамені.

## РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 2. – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для іспиту

Контрольні роботи	Лабораторні роботи	КР (КП)	РЕ	Індивідуальні завдання	Тощо	Іспит	Сума
....20.	....40.	....	20...	....10	....	10	100

Таблиця 2 – Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Рейтингова Оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
1	2	3	4	5
90-100	A	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Глибоке знання</b> навчального матеріалу модуля, що містяться в <b>основних і додаткових літературних джерелах;</b></li> <li>- <b>вміння аналізувати</b> явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку;</li> <li>- <b>вміння проводити теоретичні розрахунки;</b></li> <li>- <b>відповіді на запитання чіткі, лаконічні, логічно послідовні;</b></li> <li>- <b>вміння вирішувати складні практичні задачі.</b></li> </ul>	Відповіді на запитання можуть містити <b>незначні неточності</b>
82-89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Глибокий рівень знань</b> в обсязі <b>обов'язкового матеріалу</b>, що передбачений модулем;</li> <li>- <b>вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки;</b></li> <li>- <b>вміння вирішувати складні практичні задачі.</b></li> </ul>	Відповіді на запитання містять <b>певні неточності;</b>
75-81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Міцні знання</b> матеріалу, що вивчається, та його <b>практичного застосування;</b></li> <li>- <b>вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки;</b></li> <li>- <b>вміння вирішувати практичні задачі.</b></li> </ul>	- <b>невміння використовувати теоретичні знання для вирішення складних практичних задач.</b>
			- Знання <b>основних</b>	Невміння давати

64-74	Д	Задовільно	<b>фундаментальних положень</b> матеріалу, що вивчається, та їх <b>практичного застосування</b> ; - вміння вирішувати прості <b>практичні задачі</b> .	<b>аргументовані відповіді</b> на запитання; - невміння <b>аналізувати</b> викладений матеріал і <b>виконувати розрахунки</b> ; - невміння вирішувати <b>складні практичні задачі</b> .
-------	---	------------	---	---

## НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

- 1.Методичні вказівки дисципліни
- 2.Конспект лекцій
- 3.Варіанти індивідуальних домашніх завдань
- 4.Перелік питань до екзамену
- 5.Підручники, задачники

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова література

1	Беляков В.П.Криогенная техника и технология.-М.:Энергоиздат, 1982 - 272 с.
2	Архаров А.М. и др. Крогенные системы,-М.Машиностроение, 1988 - 464 с.
3	.Герш С.Я. Глубокое охлаждение- М.-Л.: ГосЭнергоИздат, 1960.-495 с.
4	Справочник по физико- техническим основам криогеники/ Под ред.Малкова М.П..- М.:Энергия,1973.-392 с.
5	Глизманенко Д.Л.Получение кислорода.- М.. :Химия,1975.- 750 с.
6	Головко Г.А.Установки для производства инертных газов.- Л.:Машиностроение ,1974.-384 с
7	.Алтунин В.В. Теплофизические свойства двуокиси углерода.-М.: Стандарт,1975.-551 с

### Допоміжна література

8	Микулин Е.И. Криогенная техника.- М.: Машиностроение, 1969.- 270 с.
9	Фастовский В.Г. Криогенная техника, -М.: Энергия, 1974.- 496 с.
10	Рид Р ,Шервуд Т Свойство газов и жидкостей .-Л:Химия, 1971.- 701 с.
11	Баррон Р.Ф. Криогенные системы.-М.:Энергоатомиздат, 1989.- 408 с.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра Технічна кріофізика  
Спеціальність Енергетичне машинобудування  
Освітня програма Енергетика  
Форма навчання денна / заочна  
Навчальна дисципліна «Конструкційні особливості низькотемпературних установок»  
Семестр 10

**КОМПЛЕКС ЗАДАЧ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОМУ КОНТРОЛЮ**

Модульна контрольна робота №1

Завдання 1 Технологія низькотемпературного очищення повітря від домішок методом виморажування..

Завдання 2. Особливості виморажування вологи на кріогенних поверхнях.

Завдання 3. Технології виробництва «сухого» льоду.

Завдання 4 Технологія виробництва «сухого» льоду методом виморажування із газових сумішів.

Завдання 5 Особливості адгезії твердого CO<sub>2</sub> до виморажувальної поверхні..

Завдання 6 Технології отримання зріджених газів.

Завдання 7 Обладнання для перекачки зріджених газів.

Завдання 8 Сховища для зріджених газів. Особливості конструкції

Завдання 9 Особливості зварювання нержавіючої сталі та кольорових металів.

Завдання 10 Особливості кисневого устаткування.

..

Модульна контрольна робота №2

Завдання 1 Кисневі компресори та насоси.

Завдання 2 Низькотемпературні технології транспортування продуктів споживання.

Завдання 3 Холодильні камери зберігання продуктів споживання

Завдання 4 Біологічні аспекти зберігання плодів та овочів в умовах

модифіцированого газового середовища.

Завдання 5 Конструктивні особливості медичних «кріосаун».

Завдання 6 Технології використання скидного холоду.

Завдання 7 Класифікація кріостатів.

Завдання 8 Конструкція сублімаційних установок

Завдання 9 . Авторефрижираторні установки

Завдання 10 Особливості експлуатації кисневого обладнання.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування \_\_\_\_\_  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика \_\_\_\_\_  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна \_\_\_\_\_  
Навчальна дисципліна \_\_\_\_\_ «Спеціальні низькотемпературні технології і системи» \_\_\_\_\_  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ТА ЗАВДАНЬ, ВКЛЮЧЕНИХ ДО  
ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ БІЛЕТІВ ІЗ ДИСЦИПЛІНИ**

Кількість білетів \_\_\_\_\_ 18 \_\_\_\_\_

Затверджено на засіданні кафедри  
протокол № \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 7 \_\_\_\_\_ грудня \_\_\_\_\_ 2021 \_\_\_\_\_ р.

Зав. кафедрою ТКФ \_\_\_\_\_ Старіков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

**Екзаменаційний білет №1**

Питання 1 Технологія низькотемпературного очищення повітря від домішок методом виморажування.

Питання 2 Сховища для зріджених газів.

**Екзаменаційний білет №2**

Питання 1 Конструкційні особливості гелієвих кріостатів.

Питання 2 Біологічні аспекти зберігання плодів та овочів в умовах модифікованого газового середовища.

**Екзаменаційний білет №3**

Питання 1 Холодильні камери зберігання продуктів споживання

Питання 2 Газіфікатори рідких кріопродуктів.

**Екзаменаційний білет №4**

Питання 1. Обладнання для перекачування зріджених газів.

Питання 2 Конструктивні особливості медичних «кріосаун».

**Екзаменаційний білет №5**

Питання 1 Технологія виробництва «сухого» льоду методом виморажування із газових сумішей

Питання 2 Особливості кисневого устаткування

**Екзаменаційний білет №6**

Питання 1 Кисневі компресори та насоси.

Питання 2 Особливості виморажування вологи на кріогенних поверхнях



## Екзаменаційний білет №7

Питання 1 Кріогенні засоби очищення інертних газів від домішок

Питання 2 Газіфікатори рідких кріопродуктів.

## Екзаменаційний білет №8

Питання 1 Холодильні камери зберігання продуктів

Питання 2 Кріогенні засоби очищення інертних газів від домішок..

## Екзаменаційний білет №9

Питання Водневі кріостати.

Питання 2 Низькотемпературні технології транспортування продуктів споживання

## Екзаменаційний білет №10

Питання 1 Газіфікатори рідких кріопродуктів

Питання 2 Технологія низькотемпературного очищення повітря від домішок

## Екзаменаційний білет №11

Питання 1. Газіфікатори рідких кріопродуктів

Питання 2 Технологія низькотемпературного очищення повітря від домішок.

## Екзаменаційний білет №12

Питання 1. Технологія виробництва «сухого» льоду

Питання 2 Технології очищення аргону від домішок

## Екзаменаційний білет №13

Питання 1 Авторефрижираторні установки

Питання 2 Конструкція азотних кріостатів.

## Екзаменаційний білет №14

Питання 1 Технології використання скидного холоду.

Питання 2 Очищення повітря від забруднення адсорберами.

## Екзаменаційний білет №15

Питання 1 Конструкція сублимаційних установок.

Питання 2 Кріогенні технології переробки автотранспортної гуми.

## Екзаменаційний білет №16

Питання 1 Технології виробництва рідкісних газів.

Питання 2 Особливості експлуатації кисневого обладнання.

## Екзаменаційний білет №17

Питання 1 Холодильні камери зберігання фруктів.

Питання 2 Кріогенні технології термообробки сталі

## Екзаменаційний білет №18

Питання 1 Класифікація кріостатів.

Питання 2 Конструкція індивідуальних «кріосаун».

**Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»**

**Діагностика якості вищої освіти  
(екзаменаційні білети навчального предмету  
«Спеціальні низькотемпературні технології і системи»**

---

**спеціальність 142 Енергетичне машинобудування**

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна \_\_\_\_\_ Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1**

1. Технологія низькотемпературного очищення повітря від домішок методом виморажування.
2. Сховища для зріджених газів.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

----- ✂

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна \_\_\_\_\_ Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 2**

1. Конструкційні особливості гелієвих кріостатів.
2. Біологічні аспекти зберігання плодів та овочів в умовах модифікованого газового середовища.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна \_\_\_\_\_ Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 3**

1. Холодильні камери зберігання продуктів споживання.
2. Газифікатори рідких кріопродуктів.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

-----

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна \_\_\_\_\_ Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 4**

1. Обладнання для перекачування зріджених газів.
2. Конструктивні особливості медичних «кріосаун»..

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна \_\_\_\_\_ Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 5**

1. Технологія виробництва «сухого» льоду методом виморажування із газових сумішів.
2. Особливості кисневого устаткування.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

-----

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна \_\_\_\_\_ Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 6**

1. Кисневі компресори та насоси.
2. Особливості виморажування вологи на кріогенних поверхнях..

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 7**

1. Кріогенні засоби очищення інертних газів від домішок.

2. Газифікатори рідких кріопродуктів.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

**Завідувач кафедри** \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

**Екзаменатор** \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

-----

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 8**

1. Холодильні камери зберігання продуктів.

2. Кріогенні засоби очищення інертних газів від домішок.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

**Завідувач кафедри** \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

**Екзаменатор** \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна \_\_\_\_\_ Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 9**

1. Водневі кріостати.
2. Низькотемпературні технології транспортування продуктів споживання.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

✂-----

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна \_\_\_\_\_ Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 10**

1. Газіфікатори рідких кріопродуктів.
2. Технологія низькотемпературного очищення повітря від домішок.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 11**

1. Технологія виробництва «сухого» льоду.
2. Технології очищення аргону від домішок.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

✂

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 12**

1. Авторефрижираторні установки.
2. Конструкція азотних кріостатів.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.



Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 13**

1. Технології використання скидного холоду.
2. Очищення повітря від забруднення адсорберами.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

✂-----✂

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 14**

1. Конструкція сублимаційних установок.
2. Кріогенні технології переробки автотранспортної гуми.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна \_\_\_\_\_ Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 15**

1. Технології виробництва рідкісних газів.
2. Особливості експлуатації кисневого обладнання. .

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

✂

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна \_\_\_\_\_ Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 16**

1. Холодильні камери зберігання фруктів.
2. Кріогенні технології термообробки сталі.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна \_\_\_\_\_ Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 17**

1. Особливості зміни теплофізичних параметрів шару виморожених домішок CO<sub>2</sub> та H<sub>2</sub>O в часі.
2. Конструкція адсорберів для безперервного очищення повітря від домішок.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.

✂-----

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ Технічна кріофізика  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Енергетика  
Форма навчання \_\_\_\_\_ денна / заочна  
Навчальна дисципліна \_\_\_\_\_ Спеціальні низькотемпературні технології і системи  
Семестр \_\_\_\_\_ 10 \_\_\_\_\_

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 18**

1. Класифікація кріостатів.
2. Конструкція індивідуальних «кріосаун».

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Стариков В.В.

Екзаменатор \_\_\_\_\_ Руденко М.З.